

O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO PROCESSO DE DESEMPOEIRAMENTO EM USINA SIDERÚRGICA

Anderson Aparecido Marques¹

Filipe Lacerda Fonseca¹

Maiara Mercedes Helmer¹

Francisca Daniela Andreu Simões Moraes Lage²

RESUMO

O presente estudo se apresenta em forma de pesquisa teórica e de campo numa empresa siderúrgica. Enfatiza o funcionamento dos filtros de manga. Aborda os aspectos da possibilidade de redução do consumo de energia elétrica e poluição emitida. Aborda também eficiência dos materiais e equipamentos nos processos de produção relacionados ao desempoeiramento. Questiona sobre os aspectos envoltos e possíveis soluções aplicáveis ao alto consumo de energia elétrica no processo de desempoeiramento em uma usina siderúrgica. Tem como objetivo geral pesquisar e identificar soluções para a redução do consumo de energia elétrica nos filtros de manga através de estudos feitos com a construção de protótipos em laboratório. Averigua a possibilidade de troca de motores de indução por motores de imã permanente e se a troca elucidaria sobre o entrave do alto consumo. Pontua argumentos relacionados a custos de produção e sua relação com a eficiência nos processos produtivos. Tem como referenciais teóricos estudos de relacionados os tema e hipóteses incutidas nos mesmos. Fundamenta sua metodologia em pesquisas bibliográficas aliadas a práticas de pesquisa de campo. Fundamenta-se também em entrevistas com profissionais da área. Pontua resultados que corroboram com as hipóteses e afirmações fundamentadas nas pesquisas bibliográficas. Conclui com percepções oriundas dos estudos e atividades implementadas durante os processos de pesquisa.

Palavras-chave: Filtros de manga. Pesquisa. Protótipos. Produção.

1 INTRODUÇÃO

Em nossa contemporaneidade a área da siderurgia no Brasil é vista como uma das principais fontes de renda para a população, tendo em vista que existe uma média de trinta usinas no Brasil e, só no Estado de Minas Gerais, existe cerca de nove delas, segundo o site do Instituto Aço Brasil (Instituto Aço Brasil, 2015). É relevante citar que um número considerável de brasileiros depende do emprego nas usinas siderúrgicas para manter suas famílias. Segundo o site da G1/Globo, grande parte dos cursos técnicos disponibilizados no país são para fins industriais, o que cria uma produção de mão de obra grande para o setor industrial, assim é possível notar que os jovens estão ingressando no mercado de trabalho cada vez mais cedo. Cabe ressaltar que esse tipo de usina tem a finalidade de produzir aço e ferro gusa por intermédio da queima de materiais ferrosos brutos em enormes caldeirões,

¹ Alunos do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Doctum de João Monlevade.

² Professora orientadora. Bolsista do PIC 2018

sendo eles aquecidos em temperaturas superiores a 1.200 graus *Celsius* (°C). Tais queimas geram gases e estes passam por filtros no intuito de evitar a poluição atmosférica, sendo o processo de filtragem denotado por desempoeiramento. Este processo é responsável por parte da grande demanda de energia elétrica nas usinas e, logo, torna-se necessário otimizar todo o sistema elétrico a fim de atingir eficiência energética nos filtros, já que, nas empresas de grande porte, os filtros de manga são um dos grandes consumidores de energia elétrica por possuírem motores de alta potência trabalhando, quase que em tempo integral, na função de diminuir a emissão de gases nocivos à atmosfera. Diante dos fatos supracitados, chegar-se-á na seguinte questão: quais os aspectos envolvidos e possíveis soluções aplicáveis ao alto consumo de energia elétrica no processo de desempoeiramento em uma usina siderúrgica?

Nesta perspectiva, o presente trabalho de iniciação científica trata da realização de estudo de caso por meio de pesquisa teórica e de campo, numa indústria de siderurgia de grande porte, localizada na cidade de Barão de Cocais no estado de Minas Gerais (MG). Pressupõe a investigação sobre poluições emitidas pela empresa e, especificamente, o funcionamento dos filtros de manga; além de abordar meios cabíveis que propusessem a diminuição do consumo de energia elétrica, bem como a relação das peculiaridades da pesquisa atrelada as práticas envolvidas na construção de protótipos dos filtros em laboratório da Faculdade. Ainda no âmbito de identificação da pesquisa, a mesma pautou-se de forma geral no objetivo de pesquisar e identificar soluções para a redução do consumo de energia elétrica nos filtros de manga em uma usina siderúrgica por intermédio de estudos feitos com a construção de protótipos em laboratório. Nos aspectos específicos, os objetivos tratar-se-iam de: analisar o consumo de energia elétrica nos filtros de manga da usina; propor soluções para a redução desse consumo; buscar formas de atribuir, juntamente ao menor custo, melhores rendimentos dos equipamentos envolvidos; avaliar o desperdício de manutenção de equipamentos e mão de obra relativa aos processos; averiguar a possibilidade de troca de motores de indução por motores de imã permanente e se a troca elucidaria sobre o entrave do alto consumo na indústria a ser analisada; inquirir sobre a diminuição ou não de impactos ambientais ocorridos por meio do processo de desempoeiramento e criar protótipos de filtros de manga no laboratório de elétrica da Faculdade para aprofundar a pesquisa feita.

Estudos e pesquisas de igual teor justificam-se, no ponto de vista econômico, ao considerar que em indústrias siderúrgicas grande parte da produção é afetada por altos níveis de consumo de energia elétrica; além de ocasionar manutenções de alto custo nas máquinas responsáveis pelo desempoeiramento devido às quebras constantes de equipamentos, segundo relatos de engenheiros responsáveis que atuam na área. Ou seja, enseja o entrave do consumo exagerado de energia que representa mais ônus no custo de produção, seja este consumo oriundo do mau uso, da aplicação inadequada de equipamentos ou, ainda, pela atuação de projetos sem qualidade no consumo. Justificar-se-á, também, nos âmbitos sustentáveis e de relevância social, pois representa intenção de redução de consumo de energia e, por conseguinte pode contribuir com estudos voltados à questão do impacto ambiental na cidade onde se localiza a siderúrgica e redondezas. Ainda neste âmbito, nos aspectos voltados ao meio ambiente, é relevante citar que no processo de desempoeiramento o rendimento dos filtros é muito maior e a quantidade de emissão de materiais nocivos é muito menor, contribuindo para um ambiente menos impactado e possibilitando a empresa reconhecimento por práticas pautadas na redução de poluentes descartados na natureza.

Já no âmbito acadêmico, a pesquisa justifica-se pela relevância e originalidade, já que, possibilita ao discente de graduação do curso de Engenharia Elétrica aplicar teorias e conhecimentos adquiridos em atividades de laboratório através das práticas pretendidas e peculiares a pesquisa, oportuniza contato com empresas de grande porte em uma de suas

etapas metodológicas e, em decorrência disso, impacta diretamente no conhecimento teórico dos graduandos e na atuação de estudos fora do ambiente da sala de aula. Em longo prazo, estima-se que com a prática da realização de projetos como o presente, a graduação poderia dispor de alunos com mão de obra com alguma especialização voltada a soluções relacionadas a redução de custos de produção através do engajamento em estudos de processos ligados ao baixo custo de materiais e produção, presentes em seus locais de atuação.

Em seus estudos, Silva e Fonseca (2012) discorrem sobre a situação mundial contemporânea sob a ótica da necessidade de mudança, onde os indivíduos são obrigados a se adaptarem para se adequarem ao ambiente moderno. Fundamentado nisso, poder-se-á afirmar que é *sine qua non* que a sociedade assuma caráter pesquisador e pleiteie capacitação em seu ambiente de aprendizagem, objetivando a obtenção de melhores currículos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em meados do ano de 1700 teve início a Revolução Industrial, um movimento que teve como aspecto a troca da ferramenta manual pela máquina, gerando aumento de produção nas empresas e acarretando a prática de processos mais complexos, como o uso das máquinas a vapor e processos de metalurgia. Esse ganho de velocidade na produção trouxe também muita poluição ao meio, modificando a relação homem e ambiente. Com o crescimento das empresas veio o grande aumento de emissão de gás carbônico (CO₂) na atmosfera. Nesta perspectiva, intuindo reduzir impactos ambientais, empresas tiveram que investir em sistemas complexos ligados a emissão de partículas poluentes pelo ar, surgindo daí, os filtros de manga; um dos responsáveis pela diminuição da poluição no meio ambiente por meio do desempoeiramento. Ainda neste âmbito, o processo de desempoeiramento consiste na coleta da poeira gerada durante o trabalho das empresas de siderurgia, com intermédio de captadores convenientes, dispostos e dimensionados. Essa poeira é conduzida através de uma rede de dutos, projetada de forma a evitar depósitos de pó em seu interior. Desta feita, a poeira chega até os filtros de manga que ajudam no processo de filtragem dos resíduos eliminados. Nesse filtro, toda poeira coletada fica retida na parte externa das mangas filtrantes, sendo descarregada na tremonha, que são caixas do filtro a cada ciclo de limpeza. O ar filtrado, passa pelo ventilador e é lançado à atmosfera por meio de uma chaminé. As poeiras contidas na tremonha do filtro são extraídas por meio de uma válvula rotativa, sendo então, transferidas para uma caçamba. O ciclo de limpeza das mangas é controlado por meio de um painel sequenciador eletrônico.

Nesta perspectiva, o presente trabalho baseia-se nos estudos trazidos por BARBOSA (2013) e DIAS (2005), relatando o funcionamento de ímãs permanentes e a eficiência dos filtros de manga. Ainda na parte voltada aos filtros o estudo seguiu com auxílio de BATISTONE (2011), já que o mesmo relata sobre o processo de desempoeiramento, assim como mostra todas as partes do filtro para a montagem dos futuros protótipos. Em relação à parte histórica e ao desenvolvimento das empresas no decorrer da Revolução Industrial, os estudos se deram com auxílio de BEVILAQUA (1998), mostrando como se sucedeu o desenvolvimento, denotando pontos relevantes no que tange ao processo capitalista dessa época.

Aliado às perspectivas supracitadas, hipoteticamente, pressupôs-se que para ocorrer a redução dos custos em filtros de manga e um menor consumo de energia elétrica na usina objeto de estudo, faz-se necessário utilizar inversores de frequência e motores Wmagnet. A

hipótese é corroborada em estudo de caso do portal WEG sobre a eficiência energética em filtros de manga, onde discorre que:

“A implementação da solução aplicando o Motor Wmagnet/ inversor de frequência propiciou uma redução de 53% no consumo de energia elétrica. Fato este possível ao rendimento diferenciado do motor de ímãs permanentes e também ao controle de velocidade, que permite acentuada redução do consumo de energia com a redução da velocidade de rotação – condição característica das cargas parabólicas (ventiladores). Esta possibilidade de redução de velocidade a valores bastante baixos é possível na linha de motores de ímãs permanentes Wmagnet devida a sua característica de manutenção constante do torque em toda faixa de rotação, imprescindível para aplicações em sistemas de exaustão, uma vez que impossibilitaria a redução de velocidade caso ocorresse perda de carga no sistema. [...]” (WEG, 2010)

Nesta perspectiva, pressupôs-se, também, que com a atuação dos inversores de frequência e motores Wmagnet o problema do alto gasto de energia seria resolvido.

3 METODOLOGIA

A princípio a metodologia aplicada ao projeto abordou a fase teórica, ou seja, de pesquisa bibliográfica através da reunião de todo referencial teórico que poderia fundamentar o projeto, delimitação das investigações relacionadas aos filtros de manga, confecção de planos e metas para as atividades sequenciais. Ainda nesta fase, através de pesquisa, houve levantamento histórico de dados relacionados aos filtros de desempoeiramento, intuindo apontar possíveis e principais falhas em seu funcionamento e o alto consumo de energia elétrica para embasar o entendimento do regime de trabalho dos filtros de manga. Esta fase teórica objetivou, também, fundamentar-se para então conceber possíveis oportunidades de melhorias nos protótipos sem que surgissem percalços ou reduzi-los no rendimento dos mesmos. A partir do levantamento de dados bibliográficos, a metodologia ainda com caráter investigativo, contudo *in loco*, deu-se através de entrevistas com Profissionais da Área de Desempoeiramento e Filtros de Manga da usina objeto de estudo para organização informações técnicas locais, listar novas tecnologias presentes no mercado, relatos de eficácia, retorno financeiro, custos de filtros e processos, dentre outros aspectos possíveis e factuais na estratégia de concepção e construção dos protótipos. As atividades de criação e montagem dos protótipos foram realizadas em laboratório de elétrica da própria Faculdade concomitante com estudos de campo na siderúrgica, objeto de estudo, fundamentando conhecimento em relação aos equipamentos para otimizar as operações voltadas à prática e experiências feitas para captação de dados dos resultados.

Nesta perspectiva, ainda sobre discriminar a metodologia utilizada no presente estudo, considera-se, quanto aos fins, pesquisa aplicada, pois é constituída de atividades voltadas à resolução de problemas que já existem na prática. Considerando os meios, o estudo abordou uma pesquisa de campo, já que a metodologia utilizada também focou levantamento de dados fora do ambiente de graduação (na empresa objeto de estudo).

Vale citar que as entrevistas com profissionais atuantes na siderúrgica, peculiares aos serviços que envolvem o tema, e as observações *in loco* foram de grande valia nos estudos,

pois serviram de base para as construções dos protótipos no laboratório. Reunidos os resultados, partiu-se para a concepção de relatórios enviados à empresa com objetivo de possibilitar ações voltadas à melhoria da eficácia do processo ocorrido nos filtros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No âmbito de evidenciar resultados, as imagens abaixo, denominadas “Figura 1”, “Figura 2”, “Figura 3”, “Figura 4” e “Figura 5”, referem-se aos protótipos construídos.

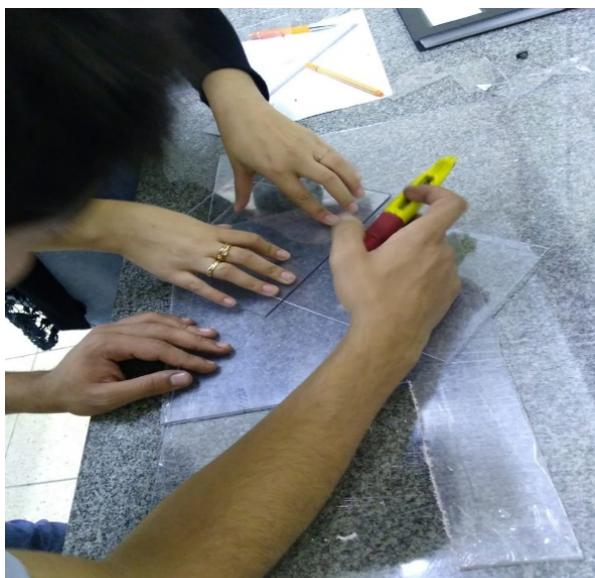


Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5

No pleiteio de todo entendimento do processo, ainda que já houvesse o embasamento em estudos bibliográficos, a parte prática por intermédio das visitas na empresa e entrevistas com os profissionais, possibilitou elucidar dúvidas recorrentes durante a confecção dos protótipos e testes. Isso permitiu aos autores perceber que os projetos de filtros de manga utilizam motores de indução trifásicos e gaiola de esquilo ou rotor bobinado para acionamento dos ventiladores de sucção, buscando a redução de manutenções e o aumento da vida útil do conjunto.

Pela confecção dos filtros de manga em laboratório, primeiramente em acrílico e posteriormente de alumínio, foi possível constatar a melhoria no desempenho dos motores dos filtros. As observações decorreram através do controle em malha fechada, associando a modulação de velocidade dos motores e os movimentos das válvulas de saída de sucção baseados em transmissores de pressão diferencial que, por conseguinte, propiciou a realização da leitura da variação da pressão interna do filtro. A partir disso, constatou-se, também, que a modulação da velocidade possibilita a queda no consumo de energia elétrica no mesmo.

Ainda como resultado, pode ser verificado que a utilização dos motores síncronos trifásicos em ventiladores é de grande ganho no que tange à economia de energia elétrica, já que foi possível obter notável proveito de torque em baixas rotações. Consequentemente, verifica-se que é mantida a eficiência de sucção do filtro e a utilização dos motores síncronos em conjunto com o controle de malha fechada. Nesta perspectiva, pode-se obter até 50% do ganho de eficiência da energia do filtro, reduzindo os custos com energia elétrica da usina. Contudo, ressaltar-se-á que existem pontos desfavoráveis na utilização deste motor constatados durante a pesquisa, já que ele requer uma manutenção ativa, com rotinas programadas, e seu investimento inicial geralmente é maior que os motores de indução trifásicos.

No ponto de vista econômico e de custos, é necessário analisar aspectos contemporâneos de um cenário competitivo onde a sociedade se encontra. Daí, é de grande relevância destacar que as empresas diversas no ramo de engenharia anseiam pela otimização de melhorias em seus processos de trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todas as pesquisas referentes ao tema e os trabalhos de campo com incursões práticas em laboratório, pode-se concluir que com baixo investimento em inversores de frequência e motores síncronos trifásicos, é possível otimizar um filtro de manga. Além disso, dá para se reduzir o seu consumo de energia elétrica e manter o máximo de eficiência do processo, incorrendo na permissão de um processo que seja muito mais viável, já que é possível custear o investimento em menos de dois anos.

Desta feita, conclui-se também que no final da confecção dos filtros e nos testes com o motor, a capacitação profissional mediante o cotidiano dos serviços e processos interfere diretamente na busca por meios de economia de energia elétrica nos mesmos, pois o nível de redução de custos, a implantação de melhorias e a avaliação de desempenho estão intimamente ligados ao domínio do entendimento quanto ao funcionamento do equipamento. É notório salientar que neste cenário contemporâneo, o mercado de trabalho no ramo da engenharia exige, além de conhecimentos teóricos adquiridos por meio do ensino, outros conhecimentos ligados à pesquisa, além da extensão. Portanto, práticas e pesquisas teóricas quando alinhadas proporcionam efetividade na aplicação dos processos, pois através das considerações cedidas pelos profissionais nas entrevistas e os levantamentos bibliográficos relacionados ao tema, possibilitaram embasar ações e antecipar possíveis constatações de erros e falhas durante os testes nas confecções dos protótipos.

Ainda com base nos dados obtidos, pode-se concluir que pesquisas, investimentos e utilização de meios diversos geram resultados positivos no que tange à economia de insumos, recursos financeiros e redução de impactos ambientais, visto que, o presente trabalho, sob a ótica social e sustentável, demonstra meios e alternativas que possibilitam estes fins através do aperfeiçoamento do atual processo e materiais utilizados. Nesta perspectiva, pesquisas que pretendem reavaliar métodos de produção e consumo relacionado otimizam os resultados, tanto os produtivos e econômicos das indústrias, como os resultados de impacto ambiental e social, não somente num processo de desempoeiramento de uma usina siderúrgica, mas também em outros processos de indústrias de cimento, têxtil, madeireiras, dentre outros.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Marcelo Garcia; SILVA Celso Luiz da. **Eficiência de um filtro de mangas no tratamento de gases oriundos de caldeira de queima de biomassa sólida.** Fórum Ambiental da Alta Paulista: 2013, p.293-308.

BATISTONI, Celésio. **Padronização e desenvolvimento de filtros de mangas.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Revista Científica Doctum: Multidisciplinar
MARQUES, A. A.; FONSECA, L.F.; HELMER, M.M.; LAGE, F.D.A.S.M.L. O consumo de energia elétrica no processo de desempoeiramento em usina siderúrgica

BEVILAQUA, Tiago Maximiliano et al. **Desenvolvimento capitalista e progresso técnico na revolução industrial**. 176f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP:1998.

COGGIOLA, Osvaldo. **Da Revolução industrial ao Movimento Operário. As origens do mundo contemporâneo**. Porto: 2015.

DIAS, Moisés de Mattos et al. **Motores Síncronos Trifásicos com Ímãs Permanentes**. Canoas: Revista Tecnologia, v. 6, n. 2, p. 107-127, 2005.

FIRME, Vinícius de Azevedo Couto; VASCONCELOS, Cláudio Roberto Foffano. **O setor siderúrgico nacional: uma análise inter-regional de insumo produto para o período de 1999 a 2002**: 2014.

JORDAN, Howard E., **Energy efficient electric motors and their application**, Van Nostrand Reinhold Co., New York: 1983.

NAU, L., Sebastião. **Influência dos materiais condutores e magnéticos no desempenho de motores elétricos e sua correlação com a qualidade de energia elétrica**. WEG, Jaraguá do Sul – Santa Catarina: 1999.

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N.; CARVALHO, D. M.; PEREIRA, F. A. A. **Um estudo sobre a expansão da formação em Engenharia no Brasil**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 32, p. 29-44, 2013.

SILVA, M. E. F.; FONSECA, E. **Mudanças tecnológicas e qualidade de vida no trabalho: até que ponto o avanço tecnológico contribui para a vivência da qualidade de vida no trabalho**. In: XVIII Congresso Nacional De Secretariado. Belo Horizonte: 2012.

Apoio Projetos Engenharia e Comércio. Filtros de Manga. Disponível em:
<<http://www.apoioprojetos.com.br/filtro-de-mangas.html>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Portal do jornal Estadão. Disponível em:
<<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-deve-ter-pelo-menos-quatro-novas-siderurgicas,54868>>. Acesso em: 21 de mar. 2018

Portal G1/ Globo/Educação. Disponível em:

Revista Científica Doctum: Multidisciplinar
MARQUES, A. A.; FONSECA, L.F.; HELMER, M.M.; LAGE, F.D.A.S.M.L. O consumo de energia elétrica no processo de desempoeiramento em usina siderúrgica

<<http://g1.globo.com/educacao/noticia/2014/02/70-de-ex-alunos-de-cursos-tecnicos-tem-emprego-em-um-ano-pos-curso.html>>. Acesso em: 15 de mar. 2018

Portal Weg. Disponível em:

<<https://www.weg.net/institucional/US/en/search/downloadcenter?q=WEG-eficiencia-energetica-em-filtros-de-manga-wmo014-estudo-de-caso-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 15 de mar. 2019